

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): OCHIAI, et al.  
Serial No.: Not yet assigned  
Filed: June 24, 2003  
Title: ELECTRON MICROSCOPE INCLUDING APPARATUS OF  
X-RAY ANALYSIS AND METHOD OF ANALYZING  
SPECIMENS USING SAME  
Group: Not yet assigned

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Honorable Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

June 24, 2003

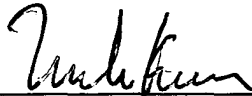
Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s)  
hereby claim(s) the right of priority based on Japanese Patent Application No.(s)  
2002-319247, filed November 1, 2002.

A certified copy of said Japanese Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



---

Melvin Kraus  
Registration No. 22,466

MK/alb  
Attachment  
(703) 312-6600

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-319247

[ST.10/C]:

[JP2002-319247]

出 願 人

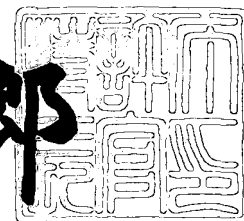
Applicant(s):

株式会社日立ハイテクノロジーズ

2003年 5月 6日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3032456

【書類名】 特許願

【整理番号】 H02012431A

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

    【氏名】 落合 勲

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内

    【氏名】 黒崎 利栄

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内

    【氏名】 久保 俊郎

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 8 8 2 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ設計・製造統括本部那珂事業所内

    【氏名】 鈴木 直正

【特許出願人】

    【識別番号】 501387839

    【氏名又は名称】 株式会社 日立ハイテクノロジーズ

【代理人】

    【識別番号】 100075096

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 作田 康夫

    【電話番号】 03-3212-1111

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】明細書

【発明の名称】電子顕微鏡またはX線分析装置及び試料の分析方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子源、電子ビームを集束するレンズを備える電子ビーム光学系と、電子ビーム光学系を制御する光学系制御装置と、試料を載置する試料台と、該電子ビームを該試料に照射して該試料から発生する電子を検出する電子線検出器と該試料から発生するX線を検出するX線検出器と両方の検出器からの信号を処理して、それぞれ試料の画像形成および元素分析を実施する処理装置を備える電子顕微鏡において、複数種類の標準的な物質のX線スペクトル(参照スペクトル)と各参照スペクトルに対応する物質名を含むラベルをデータとして有するデータベースを具備しており、試料のX線スペクトル(サンプルスペクトル)を前記データベース中の参照スペクトルと照合して前記サンプルスペクトルのスペクトル形状との一致度を計算し、一致度が高い前記データベース中の参照スペクトルを抽出し、抽出された参照スペクトルの前記ラベルから試料の物質を同定して分析を実施する際に、前記X線検出器のX線エネルギーに対する感度データを備え、かつ、サンプルスペクトルのピークを含むように複数個のX線エネルギー範囲を設定し、前記参照スペクトルに前記感度データを乗じた上で、前記設定したX線エネルギー範囲ごとに参照スペクトルの強度を前記サンプルスペクトルの強度に規格化して、そのサンプルスペクトルを規格化した参照スペクトルと照合し、かつ、各X線エネルギー範囲についてサンプルスペクトルと参照スペクトルとの一致度の高い順に参照スペクトルを一または複数個抽出し、そのラベルと一致度と前記規格化に用いた数値を出力する手段を有することを特徴とする電子顕微鏡。

【請求項 2】

請求項 1 記載のラベルと一致度と前記規格化に用いた数値を出力する機能が一致度の高い順に第 1 候補または第 1 候補から第 2 候補までまたは第 1 候補から第 3 候補までを出力することを特徴とした電子顕微鏡。

【請求項 3】

2 つ以上の異なる加速電圧で得たサンプルスペクトルの強度比を表示すること

を特徴とする請求項 1 記載の電子顕微鏡。

【請求項 4】

請求項 1 記載の感度データが参照スペクトルを取得した時点に取得したシリコンウエハ等の標準試料の X 線スペクトルと照合直前に取得した前記標準試料の X 線スペクトルの強度比とすることを特徴とする請求項 1 記載の電子顕微鏡。

【請求項 5】

電子源、電子ビームを集束するレンズを備える電子ビーム光学系と、電子ビーム光学系を制御する光学系制御装置と、試料を載置する試料台と、該電子ビームを該試料に照射して該試料から発生する電子を検出する電子線検出器と該試料から発生する X 線を検出する X 線検出器と両方の検出器からの信号を処理して、それぞれ、試料の画像形成および元素分析を実施する処理装置を備える電子顕微鏡において、複数種類の標準的な物質の X 線スペクトル(参照スペクトル)と各参照スペクトルに対応する物質名を含むラベルをデータとして有するデータベースを具備し、試料上の複数個の観察点について X 線検出器により得た複数個の X 線スペクトル(サンプルスペクトル)を格納する記憶装置を具備し、該複数個のサンプルスペクトル間の相互照合により該サンプルスペクトルを 1 個または複数個のグループに分類し、各グループの一つのサンプルスペクトルについて元素分析する手段を有することを特徴とする電子顕微鏡。

【請求項 6】

請求項 5 記載の相互照合をする際に、サンプルスペクトルのピークを含むように設定した 1 個または複数個の X 線エネルギー範囲ごとにサンプルスペクトル間で相互照合する機能を有することを特徴とする電子顕微鏡。

【請求項 7】

電子源、電子ビームを集束するレンズを備える電子ビーム光学系と、電子ビーム光学系を制御する光学系制御装置と、試料を載置する試料台と、該電子ビームを該試料に照射して該試料から発生する電子を検出する電子線検出器と該試料から発生する X 線を検出する X 線検出器と両方の検出器からの信号を処理して、それぞれ、試料の画像形成および元素分析を実施する処理装置を備える電子顕微鏡において、前記 X 線検出器で X 線を検出することにより単位時間当たりの X 線発生個

数を検出し、それに基づいて前記電子ビームの電流量をフィードバック制御する手段を有することを特徴とする電子顕微鏡。

【請求項 8】

試料からのX線発生個数が1秒間に1000個から2000個の範囲になるように電子ビームの電流量をフィードバック制御することを特徴とする請求項 7 記載の電子顕微鏡。

【請求項 9】

電子源、電子ビームを集束するレンズを備える電子ビーム光学系と、電子ビーム光学系を制御する光学系制御装置と、試料を載置する試料台と、該電子ビームを該試料に照射して該試料から発生する電子を検出する電子線検出器と該試料から発生するX線を検出するX線検出器と両方の検出器からの信号を処理して、それぞれ試料の画像形成および元素分析を実施する処理装置を備える電子顕微鏡において、複数種類の標準的な物質のX線スペクトル(参照スペクトル)と各参照スペクトルに対応する物質名を含むラベルをデータとして有するデータベースを具備しており、試料のX線スペクトル(サンプルスペクトル)を前記データベース中の参照スペクトルと照合して前記サンプルスペクトルのスペクトル形状との一致度を計算し、一致度が高い前記データベース中の参照スペクトルを抽出し、抽出された参照スペクトルの前記ラベルから試料の物質を同定して分析を実施する際に、前記X線検出器のX線エネルギーに対する感度データを備え、かつ、サンプルスペクトルのピークを含むように複数個のX線エネルギー範囲を設定し、前記参照スペクトルに前記感度データを乗じた上で、前記設定したX線エネルギー範囲ごとに参照スペクトルの強度を前記サンプルスペクトルの強度に規格化して、そのサンプルスペクトルを規格化した参照スペクトルと照合し、かつ、各X線エネルギー範囲についてサンプルスペクトルと参照スペクトルとの一致度の高い順に参照スペクトルを一または複数個抽出し、そのラベルと一致度と前記規格化に用いた数値を出力することを特徴とする試料の分析方法。

【請求項 1 0】

電子源、電子ビームを集束するレンズを備える電子ビーム光学系と、電子ビーム光学系を制御する光学系制御装置と、試料を載置する試料台と、該電子ビーム

を該試料に照射して該試料から発生する電子を検出する電子線検出器と該試料から発生するX線を検出するX線検出器と両方の検出器からの信号を処理して、それぞれ、試料の画像形成および元素分析を実施する処理装置を備える電子顕微鏡において、複数種類の標準的な物質のX線スペクトル(参照スペクトル)と各参照スペクトルに対応する物質名を含むラベルをデータとして有するデータベースを具備し、試料上の複数個の観察点についてX線検出器により得た複数個のX線スペクトル(サンプルスペクトル)を格納する記憶装置を具備し、該複数個のサンプルスペクトル間の相互照合により該サンプルスペクトルを1個または複数個のグループに分類し、各グループの一つのサンプルスペクトルについて元素分析することの特徴とする試料の分析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイス、液晶デバイス、磁気ヘッド、等の電子デバイスやマイクロデバイス等の研究開発や製造における観察・分析・評価手段として利用される電子顕微鏡を備えた装置システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

メモリー等のデバイスを製造する場合、製造工程中に発生した異物が混入することがある。異物の例としてはエッチング残り、レジスト残りに代表される処理材料と処理容器の壁材料、ウェーハを固定する材料、真空ガスライン材料等に起因する異種粒子があげられる。これらの異物がウェーハに付着すると不良品が発生することがある。

【0003】

ウェーハに付着した異物の元素組成を分析し、異物の種類からその発生源を追求し、その原因を取り除くことが、デバイス製造の歩留まりを上げるために重要である。

【0004】

試料の元素組成情報を得る手段として電子線を照射して、発生するX線を検出



する手法が知られている。X線は試料表面及び表面近傍の原子の電子が励起状態からより低いエネルギー状態に落ちるときに放出される特性X線と入射電子が制動されて放出される制動輻射による入射電子線のエネルギー以下の連続X線からなる。特性X線は励起状態によりK、L、及びM線で示される元素に固有なエネルギーをもつ。従って、スペクトルに現れるピークのエネルギーを解析することにより試料の元素組成を知ることができる。この方法はエネルギー分散型X線分光法（EDXまたはEDS）と呼ばれている。この方法による装置はオックスフォード インスツルメント（Oxford Instrument）、エダックス（EDAX）、サーモノラン インスツルメント（ThermoNORAN Instrument）等の各社から市販されており、定性分析、定量分析の両方が可能になっている。ユーザーは得られたスペクトルを定性分析、定量分析により分析し、元素組成を知ることができる。

## 【 0 0 0 5 】

X線スペクトルから試料の組成を同定する別の例が、特開昭63-108253（公知例1）に開示されている。複数の既知物質の特性X線スペクトル（参照スペクトル）を記憶装置に登録しておき、未知物質のX線スペクトルを前記登録しておいた参照スペクトルと照合して物質を同定する方法が述べられている。

## 【 0 0 0 6 】

この方法によりウェーハ表面の異物を検査する例は、特開平8-144811（公知例2）に開示されている。この例では、反射電子の信号の強弱による像を観測することにより異物位置を決定し、異物のX線スペクトルを参照スペクトルと照合して異物の組成を同定可能にする構成について述べられている。

## 【 0 0 0 7 】

別の方法が特開2000-321225（公知例3）に開示されている。これには、ウェーハ上の異物部分のX線スペクトルと異物のない部分のX線スペクトル（バックグラウンドスペクトル）から異物の正味のX線スペクトルを求め、データベースと照合して異物の材料組成を求める方法について述べられている。

## 【 0 0 0 8 】

上記の方法により求めた異物の情報をあらかじめ定めたカテゴリーに一般化し、登録することにより欠陥原因を特定する方法が特開2001-68518に開

示されている。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

電子線は試料に入射すると、細く絞られていても、試料内で物質との相互作用を受けて拡散する。拡散領域の大きさは試料を構成する元素と電子線の加速電圧に依存する。図 1 8 は加速電圧 15 k V と 5 k V の電子線をシリコン Si、タングステン W の試料に照射したときの電子線拡散状況を示したモンテカルロ法による計算結果である。試料がシリコンの場合、拡散領域の大きさは加速電圧 15 k V の電子線で約 4 ミクロン、加速電圧 5 k V の電子線で約 0.4 ミクロンである。電子線励起により X 線はほぼこの領域で発生する。すなわち観察される X 線スペクトルは電子線の照射点だけではなくこの拡散領域に含まれる物質の情報を反映したものになっている。従って、元素分析の空間分解能は照射する電子線のビームサイズではなくこの拡散領域の大きさで決定される。

【 0 0 1 0 】

近年、微細化を遂げた半導体素子の加工寸法はサブミクロンレベルになっており、素子特性を劣化させる異物の寸法も小さくなっている。図 1 9 は製造途中工程の半導体素子構造と図 1 8 に示した Si 中の電子線の拡散領域を照合した図である。小さな異物の EDX 分析では、電子線が異物を透過して基板内に拡散する。このため、観察される X 線スペクトルは異物と基板(バックグラウンド)の情報を含んでおり、分析を困難にしている。特に、途中工程の基板では基板にパターン、すなわち、酸化膜、電極、誘電体膜等が形成されており、これらのはがれ物が異物になっている場合には、これらの物質と区別する必要がある。

【 0 0 1 1 】

また、バックグラウンドの影響を小さくするために、すなわち、拡散領域を小さくするために加速電圧を下げると励起できる特性 X 線が限定され、重なりのある特性 X 線ピークで元素同定する必要がある。一例を図 2 0 により説明する。図 2 0 はシリコンウエハ表面にある厚さ 50 nm のチタン Ti 異物の X 線スペクトルである。加速電圧 15 k V と 5 k V の 2 つの電子線について得たものである。加速電圧 15 k V の場合、X 線エネルギー (x-ray energy) が 4.51 keV のところに Ti-K 線ピーク

が観測されるが、加速電圧5 kVの場合ではこの特性X線を励起することができず、このピークは観測されない。この場合にはX線エネルギー0.45keVに観察されるTi-L線によりチタン元素の存在を判定する。ところが、このX線エネルギー領域は酸素や窒素のK線ピークがあり、これらの元素が存在する場合にはピークが重なって観測されるので分析が困難とされていた。

また、加速電圧を低くした場合、2字電子像の観察には十分な電流でも、X線の発生量が少なく、たとえば、上記の例で加速電圧を15kVの設定から加速電圧のみを5kVに変更した場合、15kVの加速電圧でTi元素の同定に主に用いたTi-KピークのX線発生量と比較して、Ti-LのX線の発生量は10分の1であり、元素の同定精度が劣化するという問題があった。

#### 【 0 0 1 2 】

さらに、従来の技術の項で述べた従来法には次のような問題がある。

#### 【 0 0 1 3 】

市販のX線検出装置に付属している定性分析、定量分析ソフトによる分析はマニュアルであり、専門家でないユーザーが使用するには煩雑であり、プロセス工程の管理には不十分であり、自動的に異物の元素組成を出力するシステムが求められている。

公知例 1 および公知例 2 の方法は、一様な元素組成の試料に対しては有効であるが、基板上の小さな異物の場合には、図 2 1 に示す様に同じ組成の異物でも異物の大きさ（厚さ）によりX線スペクトルが大きく異なりデータベースに格納した参照スペクトルと合致しないという問題があった。また、異物の厚さに応じたX線スペクトルを用意することも考えられるが、参照スペクトルの数が多くなり照合に時間がかかるという問題があった。さらに、X線検出器のばらつきや検出光学系の違いによりX線エネルギーに対する感度(分光感度)が異なるのが一般的で、データベースとして用意するX線スペクトルを装置ごとに用意する必要がある。また、時間経過と共に、X線窓の汚れ等が原因で分光感度が変わってしまい、X線スペクトルの照合に問題が発生することがある。

公知例 3 に開示されている方法はウェーハ上の異物部分のX線スペクトルと異物のない部分のX線スペクトル(バックグラウンドスペクトル)から異物の正味のX

線スペクトルを求め、データベースと照合して異物の材料組成を求める方法であるが、異物の大きさによりバックグラウンドからのスペクトル成分が変化するので、すなわち、バックグラウンドと異物の単純な線形和でないので誤った結果が得られる可能性があるという問題があった。この問題の一例を図 2 2 により説明する。図 2 2 左図は元素Aを成分とする構造物 7 0 を内部に持つシリコンウェハ 2 0 に電子線 8 を照射した場合を示す模式図である。電子線 8 はウェハ 2 0 の内部で半球型の領域 7 1 に拡散し、構造物 7 0 がこの領域内に存在するような場合に、観察されるX線スペクトルはシリコンと元素Aの特性X線ピークからなる。一方、右図は同じシリコンウェハの表面に元素Aからなる異物 2 2 がある場合を示す。電子線の拡散領域は異物 2 2 があるために左図に示した領域よりも小さい領域 7 1 となる。この場合に得られるX線スペクトルもシリコンと元素Aの特性X線ピークを持つ。右図と左図で得られるX線スペクトルがほとんど同じになる場合があり、この場合にバックグラウンドである左図の場合に得られたX線スペクトルで右図の場合のスペクトルを引き算するとピークが消えてしまうという問題があった。

上述の問題点に鑑み、本願の目的は、試料表面の異物の元素組成を高空間分解能、高精度、高スループットで分析できる電子顕微鏡またはX線分析装置及び試料の分析方法を提供することにある。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【課題を解決するための手段】

以上に述べたような目的は、以下に示す構成により達成される。

(1) 試料からのX線の発生個数が1秒間に1000個から2000個の範囲になるように該電子ビームの電流量を制御する機能を有することを特徴とする電子顕微鏡とする。

電子源、電子ビームを集束するレンズを備える電子ビーム光学系と、電子ビーム光学系を制御する光学系制御装置と、試料を載置する試料台と、該電子ビームを該試料に照射して該試料から発生する電子を検出する電子線検出器と該試料から発生するX線を検出するX線検出器と両方の検出器からの信号を処理して、それぞれ、試料の画像形成および元素分析を実施する処理装置を備える電子顕微鏡にお

いて、前記X線検出器でX線を検出することにより単位時間当たりのX線発生個数を検出し、それに基づいて前記電子ビームの電流量をフィードバック制御する手段を有することを特徴とする電子顕微鏡とする。さらに、試料からのX線発生個数が1秒間に1000個から2000個の範囲になるように電子ビームの電流量をフィードバック制御する。

【 0 0 1 5 】

これにより、ユーザーが手動で照射電流を調整する必要がなく、また、X線検出器の性能を損なうことなく大きなX線発生量を確保できる電子顕微鏡を提供できる。

(2) 複数種類の標準的な物質のX線スペクトル(参照スペクトル)と各参照スペクトルに対応する物質名を含むラベルをデータとして有するデータベースを具備しており、試料のX線スペクトル(サンプルスペクトル)を前記データベース中の参照スペクトルと照合して前記サンプルスペクトルのスペクトル形状との一致度を計算し、一致度が高い前記データベース中の参照スペクトルを抽出し、抽出された参照スペクトルの前記ラベルから試料の物質を同定して分析を実施する際に、前記X線検出器のX線エネルギーに対する感度データを備え、かつ、サンプルスペクトルのピークを含むように複数個のX線エネルギー範囲を設定し、前記参照スペクトルに前記感度データを乗じた上で、前記設定したX線エネルギー範囲ごとに参照スペクトルの強度を前記サンプルスペクトルの強度に規格化して、そのサンプルスペクトルを規格化した参照スペクトルと照合し、かつ、各X線エネルギー範囲についてサンプルスペクトルと参照スペクトルとの一致度の高い順に参照スペクトルを一または複数個抽出し、そのラベルと一致度と前記規格化に用いた数値を出力する手段を有することを特徴とする電子顕微鏡とする。

さらに、上記の出力する機能が一致度の高い順に例えば、第3候補までを出力することを特徴とした電子顕微鏡とする。また、2つ以上の異なる加速電圧で得たサンプルスペクトルの強度比を表示することを特徴とする電子顕微鏡とする。さらに前記感度データが参照スペクトルを取得した時点に取得したシリコンウエハ等の標準試料のX線スペクトルと照合直前に取得した前記標準試料のX線スペクトルの強度比とする。

## 【 0 0 1 6 】

これにより、スペクトルピークが重なっている元素の分析や、異物および異物下方の大きさの異なる領域の基板からのX線スペクトルを照合することで、どの元素が異物に含まれているかの情報を得ることが可能になるなど、高感度、高精度な元素または物質の分析が可能な電子顕微鏡を提供できる。また、装置間の分光感度の差は標準試料を用いた構成曲線により較正できるので、用意しておくデータベースは1種類であらかじめ別の装置で取得したデータベースを無駄にすることなく拡充することが可能となる。また、同一装置でもX線窓の汚れ等により分光感度に変化しても標準試料を用いた較正曲線を取得することによりデータベースとの照合を有効に維持できる。

(3) 試料上の複数個の観察点についてX線検出器により得た複数個のX線スペクトル(サンプルスペクトル)を格納する記憶装置を具備し、該複数個のサンプルスペクトル間の相互照合により該サンプルスペクトルを1個または複数個のグループに分類し、各グループの一つのサンプルスペクトルについて元素分析する手段を有することを特徴とする電子顕微鏡とする。

さらに、サンプルスペクトルのピークを含むように設定した1個または複数個のX線エネルギー範囲ごとにサンプルスペクトル間で相互照合する機能を有することを特徴とする電子顕微鏡。

## 【 0 0 1 7 】

さらに、上記相互照合により自動分類したあと分類したX線スペクトルについて元素分析することを特徴とする電子顕微鏡とする。

## 【 0 0 1 8 】

これにより、観察すべき異物点ごとに取得したX線スペクトルを、取得するごとにデータベースと照合することなく、代表的なスペクトルで分類することが可能となり、代表的なスペクトルについてのみデータベースと照合、または、定性分析、または定量分析を実施して、各異物の元素組成を短時間で分析できる電子顕微鏡を提供できる。

## 【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態である電子顕微鏡またはX線分析装置及び試料の分析方法の構成及びその動作を説明する。

### ＜実施の形態 1＞

第 1 の実施例の装置構成と動作を図 1、図 2、図 3、図 4、および図 5 を用いて説明する。図 1、図 2 は装置全体構成を、図 3 は走査電子顕微鏡光学系および試料台周辺の構成を詳細に示す。なお、本実施の形態では、本発明の電子顕微鏡のうちウェーハ対応装置を示す。また、図 3 は、図 1 の概略俯瞰断面を表しているが、説明の都合上、機器の向きや詳細には幾分の相違があるが本質的差ではない。図 1 において、装置システムの中心部には電子ビーム光学系 1 と X 線検出器 1 6 が真空試料室 6 0 の上部に適宜設置されている。真空試料室 6 0 の内部には試料となるウェーハ 2 0 を載置する試料台 2 4 が設置されている。2 基の光学系 3 1 及び 4 1 は各々の中心軸がウェーハ 2 0 表面付近で一点に交わるように調整されている。試料台 2 4 にはウェーハ 2 0 を前後左右に高精度で移動する機構を内蔵しており、ウェーハ 2 0 上の指定箇所が電子ビーム光学系 1 の真下に来るように制御される。試料台 2 4 は、さらに、回転、上下、あるいは傾斜する機能を有する。真空試料室 6 0 には図示を省略した排気装置が接続され適切な真空に制御されている。尚、光学系 1 にも図示を省略した排気系を個別に備え適切な真空度に維持している。真空試料室 6 0 内にはウェーハ導入手段 6 1、ウェーハ搬送手段 6 2 を有する。真空試料室 6 0 に隣接してウェーハ移載ロボット 8 2、カセット導入手段 8 1 が配置されている。真空試料室 6 0 の左隣には装置全体の一連の処理を制御管理する主操作制御部 1 0 0 および X 線検出器制御部 1 0 1 を配備している。主操作制御部 1 0 0 と X 線検出器制御部 1 0 1 は相互にデータをやりとりで切るようになっており、主操作制御部 1 0 0 から X 線検出器制御部 1 0 1 を制御することが可能となっている。

### 【 0 0 2 0 】

次に、本実施形態のウェーハ導入操作を概説する。ウェーハカセット 2 3 がカセット導入手段 8 1 のテーブルに置かれ、作業開始指令が操作制御部 1 0 0 から発せられると、ウェーハ搬送ロボット 8 2 がカセット内の指定されたスロットから試料となるウェーハを引き出し、図 2 に示すオリエンテーション調整手段 8 3

でウェーハ 2 0 の向きを所定の位置に調整される。次に、ウェーハ 2 0 はウェーハ搬送ロボット 8 2 によりウェーハ導入手段 6 1 上部のハッチ 6 4 が開かれた時点でウェーハを載置台 6 3 に乗せられる。ハッチ 6 4 を閉じると、図示を省略した真空排気手段で排気した後、ウェーハ搬送手段 6 2 が載置台 6 3 のウェーハ 2 0 を取り上げ、真空試料室 6 0 内の試料台 2 4 に載置する。尚、試料台 2 4 にはウェーハ 2 0 の反り矯正や振動防止のためウェーハ 2 0 をチャックする手段を必要に応じて設ける。

#### 【 0 0 2 1 】

次に、図 3 を用いて電子ビーム光学系と X 線検出器を説明する。本発明の電子顕微鏡では、電子ビーム光学系 1 は、電子銃 7、前記電子銃 7 から放出する電子ビーム 8 を集束する電子レンズ 9、電子ビーム 8 の不要な裾部分をカットする絞り 3、ブランキング電極 4、ファラデーカップ 5、電子ビーム走査偏向器 1 0、対物レンズ 1 1 で構成される。ファラデーカップ 5 は電子ビーム 8 が通過するための孔を持ち、電子ビーム 8 の電流を測定するときのみブランキング電極 5 により電子ビーム 8 をファラデーカップの通過孔から偏向し、電子線をファラデーカップに入射させる。その他に、電子ビーム 8 をウェーハ 2 0 に照射してウェーハ 2 0 からの二次電子を検出するための二次電子検出器 6、ウェーハ 2 0 を載せる可動の試料台 2 4 と電子ビーム 8 の照射時にウェーハ 2 0 から放射される X 線を検出するための X 線検出器 1 6 と、図示していないが試料からの反射電子を検出する反射電子検出器を備えている。電子ビーム光学系、試料台、2 次電子検出器、反射電子検出器は主操作制御部 1 0 0 により制御される。

#### 【 0 0 2 2 】

次に、本実施形態で、ウェーハ 2 0 導入後の主に元素組成評価の過程を概説する。

#### 【 0 0 2 3 】

電子ビーム 8 がウェーハ 2 0 に入射するとウェーハ 2 0 の表面から表面形状を反映した 2 次電子と反射電子が発生するとともに、入射部近傍の元素組成に特有な特性 X 線を含む X 線が発生する。試料台移動によりウェーハ 2 0 上の所望の観測領域が電子光学系の真下に来るようにして、電子ビーム 8 を偏向レンズで面を



走査し、ウェーハ 2 0 からの 2 次電子または反射電子を検出して得られる 2 次電子像または反射電子像によりウェーハ 2 0 上の異物を観察し、異物が観察領域の中央に位置する様に調整する。次に静止させた電子ビーム 8 を異物に照射して発生する X 線を X 線検出器 1 6 で検出することにより X 線スペクトルを得る。次に X 線スペクトルを解析して異物の元素組成を求める。X 線スペクトルおよび解析結果は操作制御部 1 0 0 内の表示装置に表示されると共に、記憶装置に保存される様になっている。光学式の異物検査装置により求めたウェーハ 2 0 上の異物の位置座標により試料台を制御して異物が観察領域内に入るようにできる。

## 【 0 0 2 4 】

電子ビーム 8 の加速電圧は図 1 8 と図 1 9 に示した様に、加速電圧が低いほどウェーハ 2 0 の内部での拡散領域が小さくなる。ウェーハ 2 0 上の異物を観察する場合には異物を突き抜けた電子がウェーハ 2 0 内で拡散するため、異物の下近傍にある物質が背景雑音として混入する。

この観点から加速電圧は低い方が異物元素分析には都合が良い。特にウェーハ 2 0 表面近傍にいくつかの元素から成る構造物が形成されている場合には有効である。一方、加速電圧が低くなると励起できる特性 X 線が限定されるため、分析できる元素も限定される。従って、サブミクロンの素子寸法の半導体素子が形成されている場合には数キロボルト (kV) の加速電圧が用いられる。

## 【 0 0 2 5 】

高精度に元素分析を行うには高エネルギー分解能で高計数の X 線スペクトルが必要である。本実施例における X 線検出器は冷却したシリコン半導体検出素子を用いているが、エネルギー分解能を損なわず、効率良くすなわち数え落しを少なく計測するためには一秒間に 1000 から 2000 個の X 線が入射するようにするのが好ましい。1 秒間の X 線のカウント数を X 線計数率と呼び、単位としては cps (counts per second) が一般的に用いられている。本発明の実施の形態では X 線計数率は X 線検出器制御装置により測定できる様になっている。

## 【 0 0 2 6 】

シリコンウエハに同じ電流で加速電圧が 15 kV と 5 kV の電子線を照射した場合、15 kV の方の X 線計数率が約 10 倍大きい。従って、高計数率で観察するには加速電

圧に応じて電流を調整する必要がある。

【 0 0 2 7 】

図 4 は電子光学系の条件設定を示す流れ図である。本発明の実施の形態ではまず加速電圧を設定した後、図 4 に示す様に電流を初期値例えば100pAに設定し、ウェーハ 2 0 に照射し、主操作制御部 1 0 0 はX線計数率をX線検出器信号処理部 1 0 1 から受け取る。主操作制御部 1 0 0 はX線計数率の値に応じて電子ビーム 8 の電流を増減させる。この操作によりX線検出に最適な1000から2000cpsの計数率に設定する。但し、ビーム電流の最大値は装置によって決まるので、最大値を超えるような設定になった場合にはビーム電流は最大値に設定する。

【 0 0 2 8 】

図 5 は上記した電子光学系の条件設定の結果得られたシリコンウェハ表面にある厚さ50nmのチタンTi異物のX線スペクトルである。図 2 0 に示した 5 k V の X 線スペクトルと比較するとX線エネルギーが約0.45keVのところに現れるTiのL線のピークの高さ（背景X線信号レベルからのカウント数）が同じ計測時間で約 1 5 0 カウントと約一桁大きくなり分析に十分なピークの高さが得られ、信号雑音比の高い元素分析が可能となる。このため、高分解能かつ高精度な観察が可能となる。

<実施の形態 2 >

本発明による第 2 の実施の形態である電子顕微鏡またはX線分析装置及び試料の分析方法を図 3、図 6、図 7、図 8 により説明する。図 6 はX線スペクトルの分析法を示す流れ図である。図 7、図 8 はそれぞれ主制御操作部の表示装置に表示されるX線スペクトル、分析の出力結果である。

【 0 0 2 9 】

本実施の形態では、図 3 に示した構成においてX線検出器制御部 1 0 1 はX線スペクトルのピークのX線エネルギー値から候補となる元素を推定する定性分析機能と以下に述べる機能を有している。また、X線検出器制御部 1 0 1 は記憶装置を備えており、得られたX線スペクトルを参照するための複数のX線スペクトル（参照スペクトル）を有するデータベースがその記憶装置に格納されている。個々の参照スペクトルには対応する試料名が付けられている。参照スペクトルは半

導体製造において用いられるシリコン、酸素、銅、タングステン、金、チタン、タンタル、窒化チタンTiN、窒化タンタルTaN、2酸化炭素SiO<sub>2</sub>等の物質について用意されている。さらに、主操作制御部100はX線検出器制御部101と情報を交換できるようになっており、X線検出器制御部101を制御したり、X線検出器制御部101から必要な情報を受け取り主操作制御部100の表示装置に表示したり、記憶装置に情報を記憶する機能を有している。

### 【0030】

図6に示した流れ図にしたがって、分析方法を説明する。実施の形態1で述べたようにして得た異物のX線スペクトルをまず定性分析し、図7に示したように、表示装置にX線スペクトルと定性分析結果を表示する。図7でX線スペクトルの各ピークの上に表示されている元素名が定性分析結果である。次に、データベースと照合するための領域を設定する。この照合するための領域をROI (region of interest) と呼ぶことにする。本実施の形態では図7に示すようにX線スペクトルの各ピークに対応する裾を含むようにして、かつ、複数のROIを設定する。X線スペクトルのバックグラウンドに対して上側すなわちプラス側になっている部分をROIとする方法により設定する。ROIが設定されたら、図7の両端に矢印を持つ直線によりROIとそれに対応する番号を表示する (ROIハイライト)。図7に#1と示したROIのようにX線スペクトルのピークが重なっている場合にはこれをひとつのROIとする。次に、設定したROIごとにX線検出器制御部101の記憶装置に格納したデータベース中のX線スペクトルと照合する (Matching)。図8に照合結果を示す。ROIごとにその照合範囲と一致度の良い順に3個のリストを表示するようになっている。一致度は次の式で表される  $\chi^2$  で評価される。

### 【0031】

## 【数 1】

数 1

$$\chi^2 = \sum_{i=m1}^{m2} (aT_i - L_i)^2 / L_i$$

ここで、 $T_i$ 、 $L_i$ はそれぞれ照合されるX線スペクトルの値、データベース中の参照スペクトルの値である。また、 $m1$ 、 $m2$ はそれぞれROIの始点エネルギー、終点エネルギーである。 $a$ はROI中のピークの高さを照合する参照スペクトルにそろえるための係数である。ROI中に複数個のピークがある場合は最大のピークをそろえるようにする。 $\chi^2$ が小さいほど一致度が良いと推定し、一致度のよい順に $\chi^2$ 、 $a$ 、参照スペクトルのラベルを結果として表示する。本例では設定したROI以外に、取得した全エネルギー範囲における照合も実施し、図8の最下段に示すようにその結果を出力するようになっている。これは非常に厚い異物の分析に有効である。

## 【0 0 3 2】

図8のbest、2nd、3rdで示した欄が一致度の順を示す。TiN（窒化チタン）というラベルの参照スペクトルに一番一致した事を示す。エネルギー領域の欄は各ROIの始値と終値を示し、単位はkeVである。パラメーター $a$ の値から対応する元素または物質の厚さに関する情報を得ることが可能となる。

## 【0 0 3 3】

主操作制御部100は図8に示す情報と、2次電子像、反射電子像、位置情報をあわせて記憶装置に保存するとともに、位置情報と図8に示す情報を元にウェーハ上の異物の元素分布として表示する。また、工程との関連を示すデータベースとつぎ合わせて異物発生の原因に関する推定結果をユーザーに提供するようになっている。

## 【0 0 3 4】

以上に述べたように、本実施例では、得られたスペクトルをROIごとにデータ

ベースの参照スペクトルと照合するので、同じ組成の異物でも異物の大きさ（厚さ）によりスペクトルが大きく異なりデータベースに格納した参照スペクトルと合致しないという問題を回避することが可能となる。これにより、厚さの異なる異物の参照スペクトルを用意する必要がないので、照合すべき参照スペクトルの数を少なくすることができるので照合を高スループットで実行できる。

## 【 0 0 3 5 】

加速電圧が 5 kV の電子線で、タングステンの異物を X 線測定した場合、タングステンに起因する特性 X 線ピークはシリコンや Ta（タンタル）の特性 X 線ピークと重なってしまいスペクトルを観察しただけでは区別することが困難であるが、この方法により精度良く区別することが可能となった。

## 【 0 0 3 6 】

本実施の形態では ROI ごとの照合において一致度が良い 3 個までの結果を表示するようにしたが、一致度の指標となる  $\chi^2$  があらかじめ設定した値以下の結果を表示するようにしても良い。また、ROI の設定は自動的に実行されるようになっているが、ユーザーが入力して設定する方法を併用しても良い。また、一致度の指標として式（1）で表現される  $\chi^2$  を用いているが、両スペクトル間の残差の 2 乗和など、一致度の指標となる別の方法を用いても本発明の効果を損なうものではない。

## &lt; 実施の形態 3 &gt;

本発明の第 3 の実施の形態を図 9 により説明する。本実施の形態では、装置の構成は実施の形態 1 及び 2 で述べたものと同じであるが、分析方法が異なっている。

本発明の実施の形態では図 9 に示すようにまず、評価すべき複数個の異物の X 線スペクトルをあらかじめ取得し、図 3 の X 線検出器制御部 101 に備えられている記憶装置の指定した領域に保存する（異物 X 線スペクトル群）。各スペクトルは異物の位置座標に対応するラベルがつけられておりどのスペクトルがどの位置の異物に対応するか分かるように記憶されてようになっている。

## 【 0 0 3 7 】

つぎに異物 X 線スペクトル群のあるスペクトルについて実施の形態 2 で述べた

ようにROIを設定し、異物X線スペクトル群の他のスペクトルと照合することにより、一致度の良いスペクトル同士に分類する。次に分類されたスペクトル群からひとつを選び、実施の形態2の項で述べた手順に従って、データベースの参照スペクトルと照合を実施して、各分類に一致する参照スペクトルから元素、物質を分析する。

#### 【0038】

本実施の形態では、検査したすべての異物のX線スペクトルを参照スペクトルと照合するのではなく、異物のスペクトルをあらかじめ分類しておき、各分類のひとつのスペクトルについて参照スペクトルと照合して元素、物質名を分析するので、全体として高スループットで実行できる。この方法は検査の対象であるウェーハ上の異物がある原因により発生しており、ほぼ同じ物質からなる異物の検査の場合に特に有効である。

#### 【0039】

以上の実施の形態1から3において、取得したX線スペクトルをデータベースの参照スペクトルと照合する際に、X線検出器の分光感度が異なっていると照合の精度が低下する分光感度はX線検出器のX線検出素子とX線透過窓のばらつき、電子顕微鏡への装着位置（試料からX線検出素子までの距離、X線取出し角）、装着後のX線透過窓の汚染による透過率の低下等により変動する。図15は異なるX線検出器を搭載した別の電子顕微鏡で取得した同じシリコンウェーハ試料からのX線スペクトルの比を示す。

#### 【0040】

本発明の実施の形態では分光感度が異なることによる照合精度の低下を防ぐために、あらかじめ、図15に示す様なデータベースの分光感度と測定時の分光感度の比を取得しておき、この分光感度比を考慮に入れて照合を行っている。さらに、X線窓の汚染や、X線検出器の交換により分光感度が変わることがあるので、定期的に新しい分光感度比を測定する様にすると良い。

#### 【0041】

これにより、データベースを装置ごとに用意する必要がなくなり、有効にデータベースを有効に活用することが可能となる。

## 【 0 0 4 2 】

また、データベースにはX線スペクトルのファイルをコピーすることにより容易に追加することができるようになっている。

## &lt;実施の形態4&gt;

第4の実施の形態を図5、図10、図11、図12、図13、図14により説明する。本実施の形態では異なる加速電圧の電子線照射により異物の元素組成を高精度で分析する例を示す。

## 【 0 0 4 3 】

本実施の形態では図10の流れ図のように、まず、加速電圧5kVの電子線でウェーハ上の異物のX線スペクトルを取得し、Aと名前を付けてX線検出器制御部に備えられている記憶装置に記憶しておく。次に加速電圧3kVで同じ異物のX線スペクトルを取得し、Bと名前をつけて同様に記憶しておく。

## 【 0 0 4 4 】

次にスペクトルBとスペクトルAの比B/Aを計算し、データベースと比較することによりどの元素が異物の元素であり、その元素が下地の元素であるかの判定結果を表示する。

## 【 0 0 4 5 】

以下、実例で説明をする。図5、図11はシリコンウェーハ上の異物をそれぞれ加速電圧5kVおよび3kVの電子線を照射して得たスペクトルである。いずれのスペクトルにも3つの特徴的なピークが観測され、エネルギーが低い順に炭素、チタン、シリコンと同定される。図13は図5、図11に示したスペクトルの比を示す。参考のため、加速電圧3kVの電子線に対応するスペクトルを図中の下側のグラフに示した。縦軸は見やすいように調整してある。横軸はX線エネルギーである。図14はチタンとシリコンの様な化合物の加速電圧5kVと3kVの電子線に対するX線スペクトルの比である。下側のスペクトルは加速電圧3kVのものである。図13と図14を比較するとX線エネルギー0.45keVにあるチタンピークと1.75keVにあるシリコンのピークで傾向が違ってくる。すなわち、図13と図14はともに、ピークのない（背景X線）部分で右下がりの曲線をもつが、様な分布の試料の場合（図14）はチタンとシリコンのピークにおける

比はこの曲線の下側にくぼみを持つ。これに対し、シリコンウエハ上の異物（チタン）の場合（図 1 3）ではチタンのピークにおいて、この曲線より上側にふくらみをもち、シリコンのピークではこの曲線より下側にくぼみを持つ。さらにこのくぼみは一樣な試料の場合と比較してさらに深くくぼみとなっている。これから、チタンは異物の元素であり、シリコンは異物の下側にある物質という判定結果を表示する。

#### 【 0 0 4 6 】

図 1 2 はモンテカルロ法で計算したシリコン基板の上に厚さ 50nm のチタンの薄膜をつけた試料内での電子の拡散を示す。図 1 2 (a) が加速電圧 3 kV、(b) が加速電圧 5 kV の電子についての計算結果である。3 kV の電子はチタンの薄膜を抜けてシリコン基板まで拡散する割合が 5 kV の電子と比較して多い。このため、3 kV の電子線照射によって発生する X 線はより表面近傍の物質チタンからの X 線によるものが多くなり、下地のシリコンからの X 線は少なくなる。上記した図 1 3 と図 1 4 の差による判定結果は、このことを利用して導出したものである。

#### 【 0 0 4 7 】

すなわち、本実施の形態によれば観測された X 線スペクトルの比から元素の分布に関する情報を提供することが可能となり、結果として異物の発生要因の探索をより正確に実行できる。

#### 【 0 0 4 8 】

本実施の形態では 2 つの異なる加速電圧の電子線照射による X 線スペクトルによる異物の元素同定方法を示したが、3 つの異なる加速電圧を用いた異物の元素同定方法を図 1 6、図 1 7 を用いて説明する。図 1 6 は本方法の原理を説明する図で、図 1 7 は X 線スペクトルの概略図である。本方法は図 1 6 に示す様に検査の対象となる工程ではなく、その工程直前の異物 2 2 が原因となる形状異常異物と呼ばれる異物の分析に有効である。図 1 6 において、2 1 は検査対象である工程の一つ前の工程処理後の下地で、2 6 は検査対象の工程により形成された膜である。検査対象の工程直前に形成された異物 2 2 により、形状異常となっている部分の断面図である。まず、(a) に示す様に、膜 2 6 を通過しないように選択した加速電圧の電子線 8 を形状異常の部分に照射すると図 1 7 (a) に示すように領域



7 1 に電子線 8 は拡散し、膜 7 1 の元素の特性X線ピーク 7 2 のみが観測される。つぎに、図 1 6 (a) の電子線より高い加速電圧を持つ電子線照射した場合を図 1 6 (b) に示す。加速電圧が高くなり、電子の拡散領域 7 1 に示す様に異物 2 2 内に電子線が拡散する。この場合には図 1 7 (b) に示す様に、膜 2 6 の元素に対応するピークの他に異物 2 2 の元素に対応した特性X線ピーク 7 3 が観測される。つぎに、さらに高い加速電圧の電子線 8 を図 1 6 (c) に示す様に照射する。電子線は図 1 6 (c) に示す様に検査工程前の下地 2 1 に拡散するようになり、図 1 7 (c) に示す様に下地 2 1 の元素に対応する特性X線ピーク 7 4 が観測される。この方法により異物 2 2 の元素に貫する情報を得ることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

#### 【発明の効果】

本発明の実施例により、電子線を照射してウェーハ上の異物からのX線を高分解能、高効率で検出できる条件で観察することが可能となると共に、対象異物の元素を高空間分解能で観察するために有効な低加速電圧の電子線励起によるX線分析で問題となる励起できる特性X線ピークの制約と励起できる特性X線ピークの重なりがある場合、異物とその下地からのX線が混在している場合でも高精度な参照スペクトルとの照合が可能となり、また少ない参照スペクトルでも有効に分析が可能となる。また、観察される元素の試料内における分布に関する情報を得ることが可能となる。これにより高精度、高感度な元素分析が可能となり、一段と微細化が進む L S I デバイス等の歩留まり向上のための異物検査を、高精度、高分解能で実施できる電子顕微鏡またはX線分析装置及び試料の分析方法を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第一の実施の形態における装置全体構成。

##### 【図 2】

本発明の第一の実施の形態における装置全体構成で平面図。

##### 【図 3】

本発明の第一の実施の形態における装置詳細構成。

【図 4】

本発明の第一の実施の形態における電子線照射条件の自動設定方法を示す流れ図。

【図 5】

本発明の第一の実施の形態において得られたX線スペクトルの例。

【図 6】

本発明の第二の実施の形態におけるスペクトル照合方法を示す流れ図。

【図 7】

本発明の第二の実施の形態における元素分析結果の出力表示例。

【図 8】

本発明の第二の実施の形態における元素分析結果の出力表示例。

【図 9】

本発明の第三の実施の形態における元素分析方法を示す流れ図。

【図 1 0】

本発明の第四の実施の形態における元素分析方法を示す流れ図。

【図 1 1】

本発明の第四の実施の形態において得られたX線スペクトルの例。

【図 1 2】

本発明の第四の実施の形態における原理を示す図。

【図 1 3】

本発明の第四の実施の形態におけるスペクトル比の例。

【図 1 4】

本発明の第四の実施の形態における参照スペクトル比の例。

【図 1 5】

本発明の実施の形態におけるスペクトル照合に用いる分光感度比の例。

【図 1 6】

本発明の第四の実施の形態における別の応用例を示す原理図。

【図 1 7】

本発明の第四の実施の形態における別の応用例におけるX線スペクトル。

【図 1 8】

試料内の電子線拡散の原子番号および加速電圧依存性を示す断面図。

【図 1 9】

試料内の電子線拡散領域と代表的な半導体素子構造の位置的関係を示す図。

【図 2 0】

異なる加速電圧で得られたX線スペクトルの比較を示す図。

【図 2 1】

ウェーハ表面に付着した異物のX線スペクトルの異物厚さ依存性を示す図。

【図 2 2】

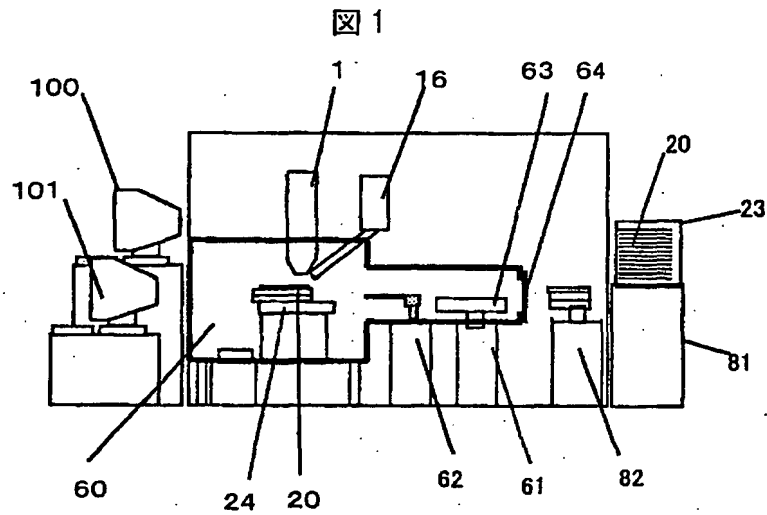
異物がない部分と異物がある部分のX線スペクトルを説明する試料断面図。

【符号の説明】

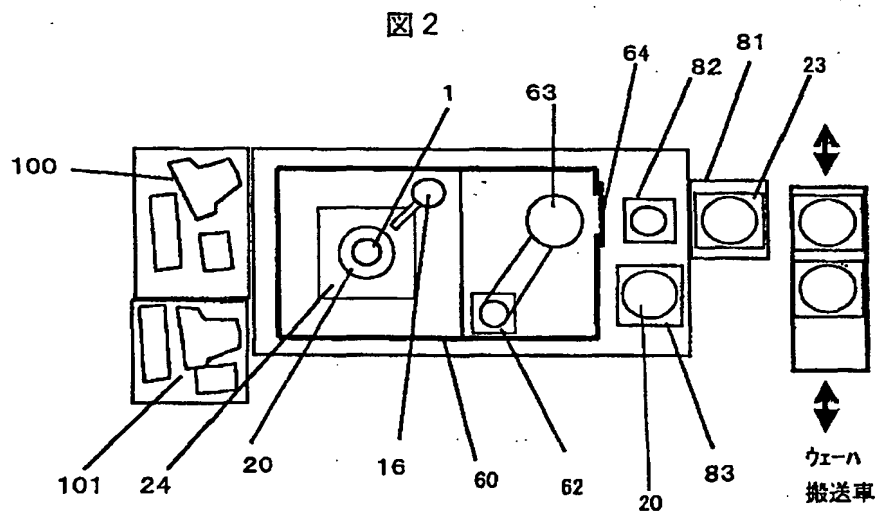
1…電子ビーム光学系、3…絞り、4…ブランキングコイル、5…ファラデーカップ、6…二次電子検出器、7…電子銃、8…電子ビーム、9…電子レンズ、10…電子ビーム走査偏向器、11…対物レンズ、16…X線検出器、20…ウェーハ、21…下地、22…異物、23…カセット、24…試料台、25…試料台制御装置、26…積層膜、27…タングステンプラグ、28…SiO<sub>2</sub>層間絶縁膜、29…シリコンナイトライド層、60…真空試料室、61…ウェーハ導入手段、62…ウェーハ搬送手段、63…載置台、64…ハッチ、70…構造物、71…電子線拡散領域、72、73、74、…特性X線ピーク、81…カセット導入手段、82…ウェーハ搬送ロボット、83…オリエンテーション調整手段、100…操作制御部、101…X線検出器制御部。

【書類名】 図面

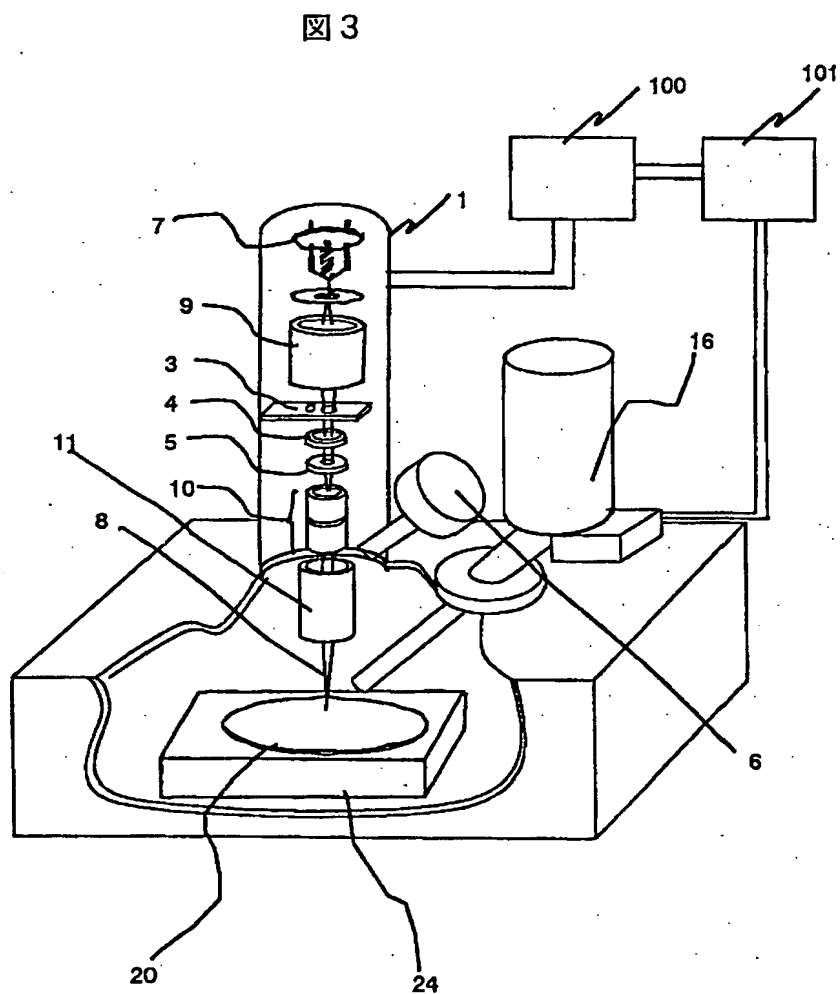
【図 1】



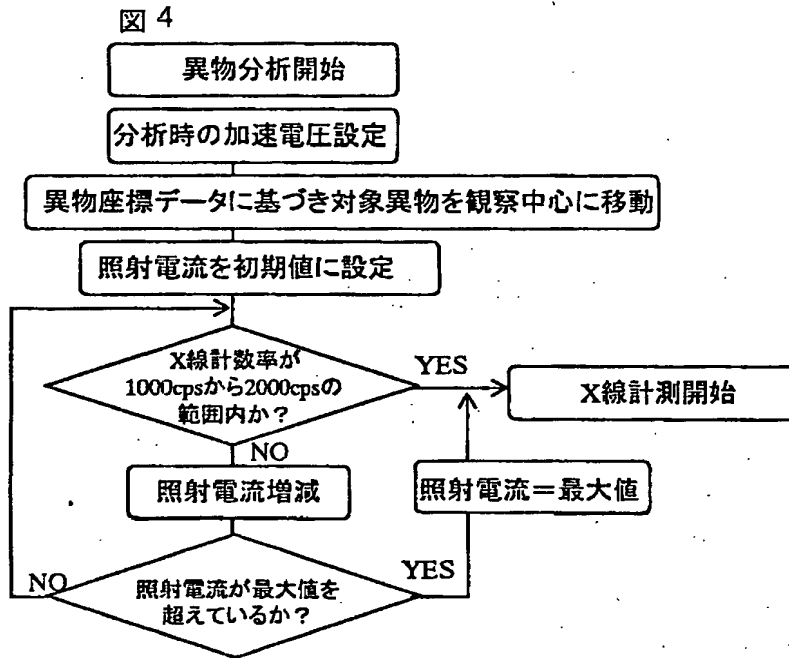
【図 2】



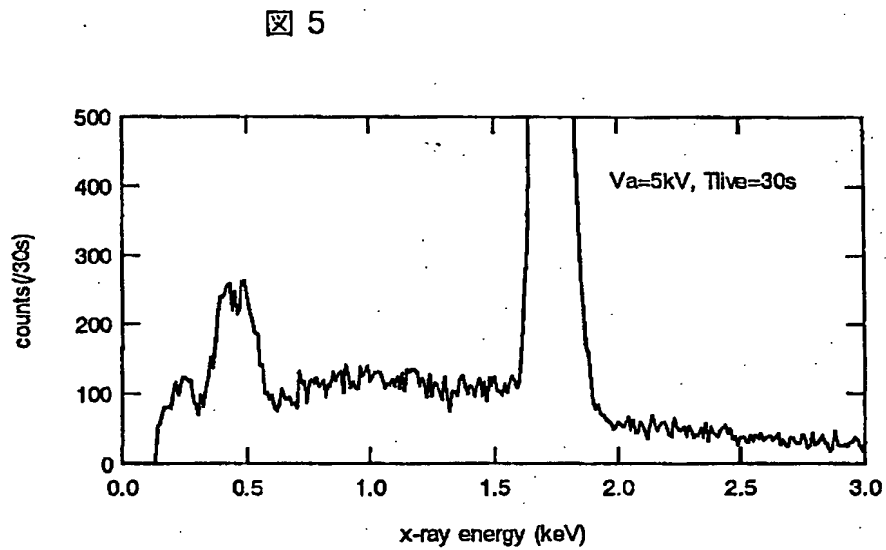
【図 3】



【図 4】

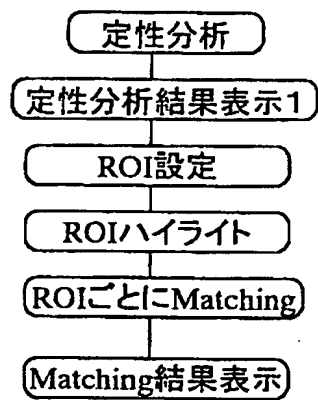


【図 5】



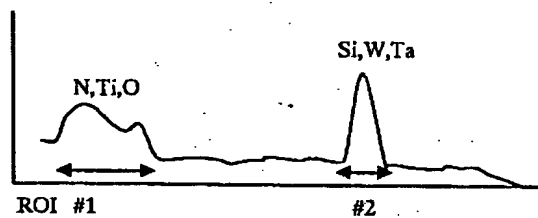
【図6】

図6



【図7】

図7



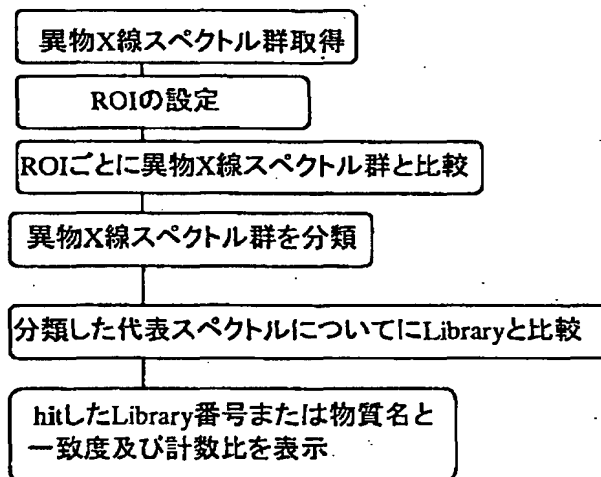
【図 8】

図 8

ROI 番号	エネルギー 領域(keV)		結果	一致度の良い順		
				best	2nd	3rd
#1	始値	0.2	一致度 $\chi^2$	1.5	25	205
			高さパラメータ(計数比)	0.05	0.012	0.0001
	終値	0.7	物質名(スペクトルラベル)	TiN50nm/Si	Ti50nm/Si	SiO2
#2	始値	1.5	一致度 $\chi^2$	0.3	11.4	35
			高さパラメータ(計数比)	0.11	0.15	0.09
	終値	1.9	物質名(スペクトルラベル)	Si	Ta	W
full	始値	0.2	一致度 $\chi^2$	1.2	1.5	1.6
			高さパラメータ(計数比)	0.1	0.15	0.12
	終値	5.0	物質名(スペクトルラベル)	TiN50nm/Si	Ti50nm/Si	Si

【図 9】

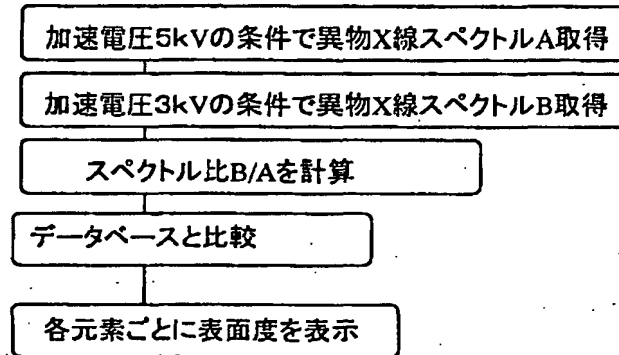
図 9





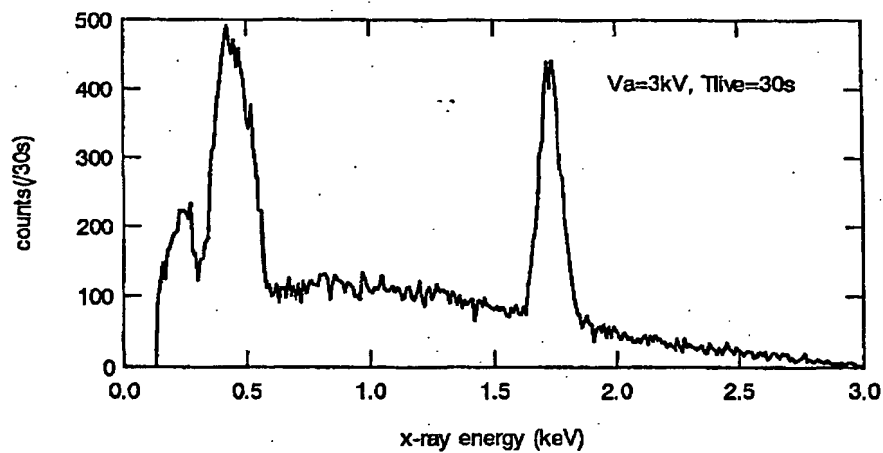
【図10】

図10

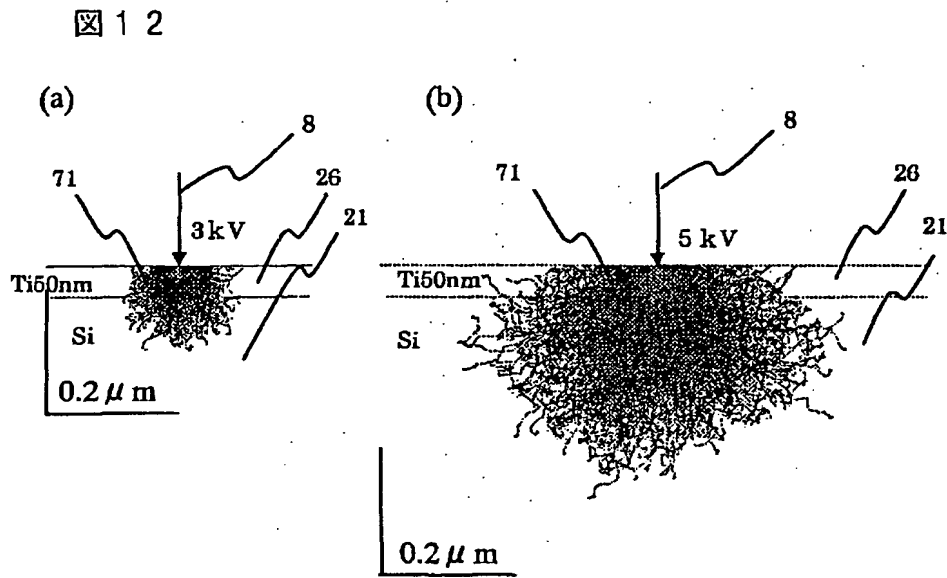


【図11】

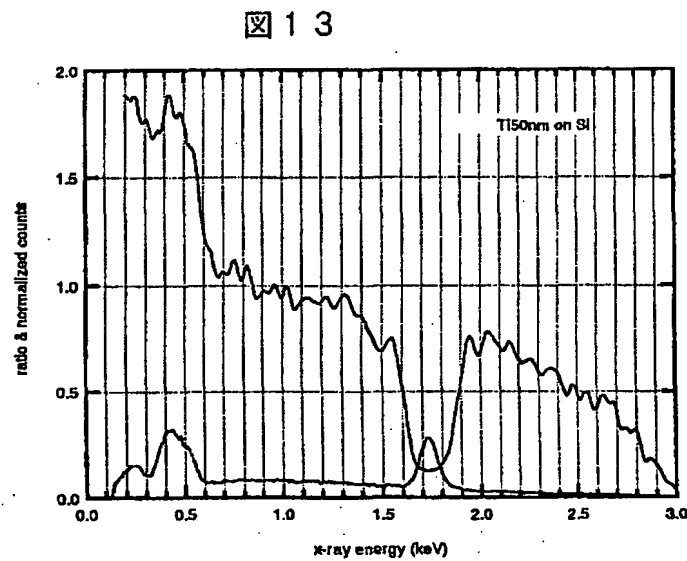
図11



【図 12】

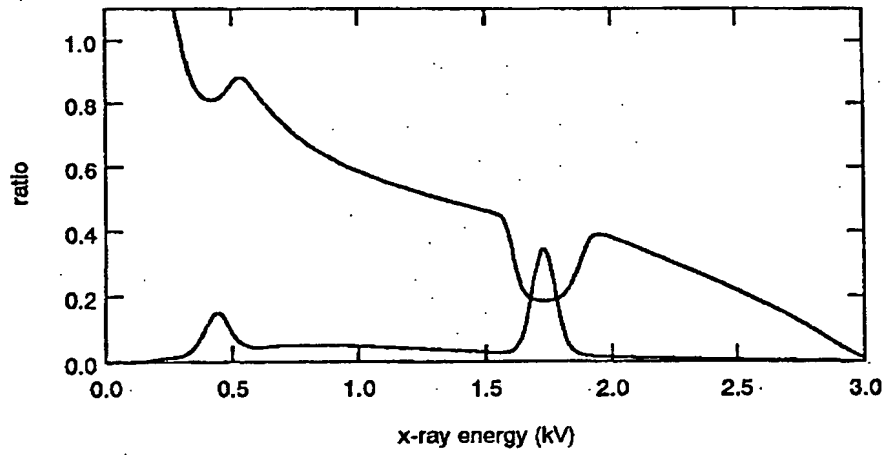


【図 13】



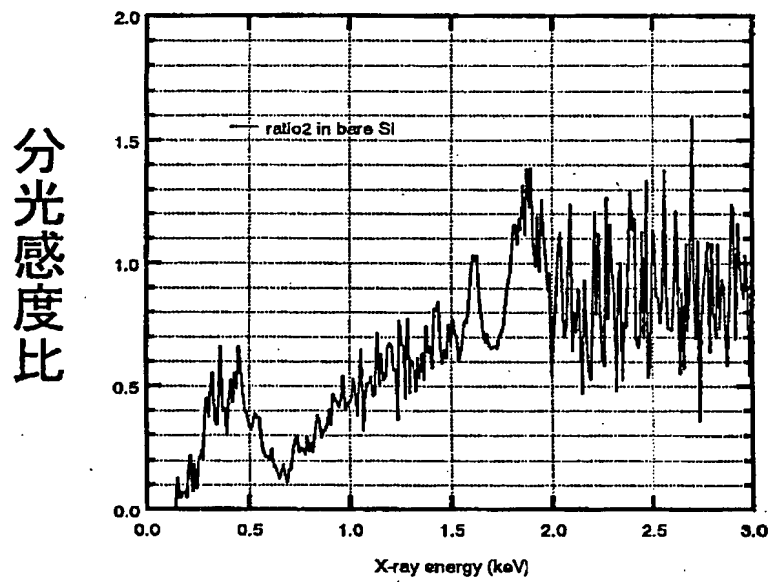
【図 14】

図 14



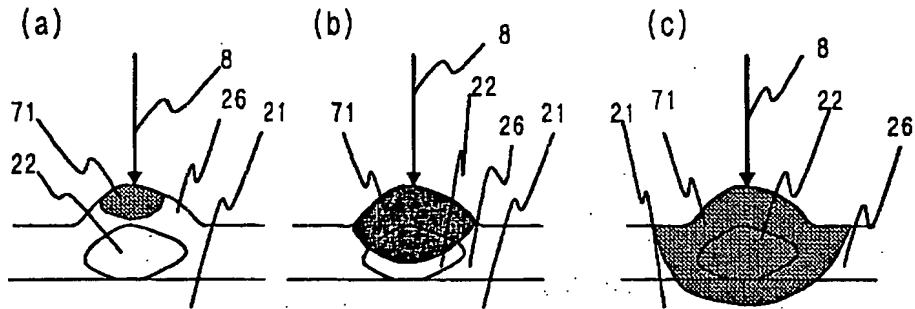
【図 15】

図 15



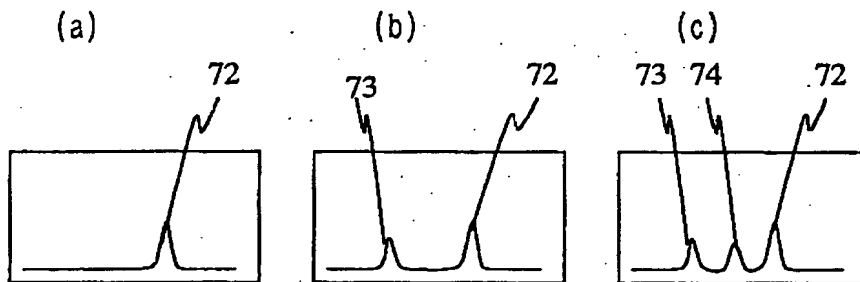
【図 1 6】

図 1 6

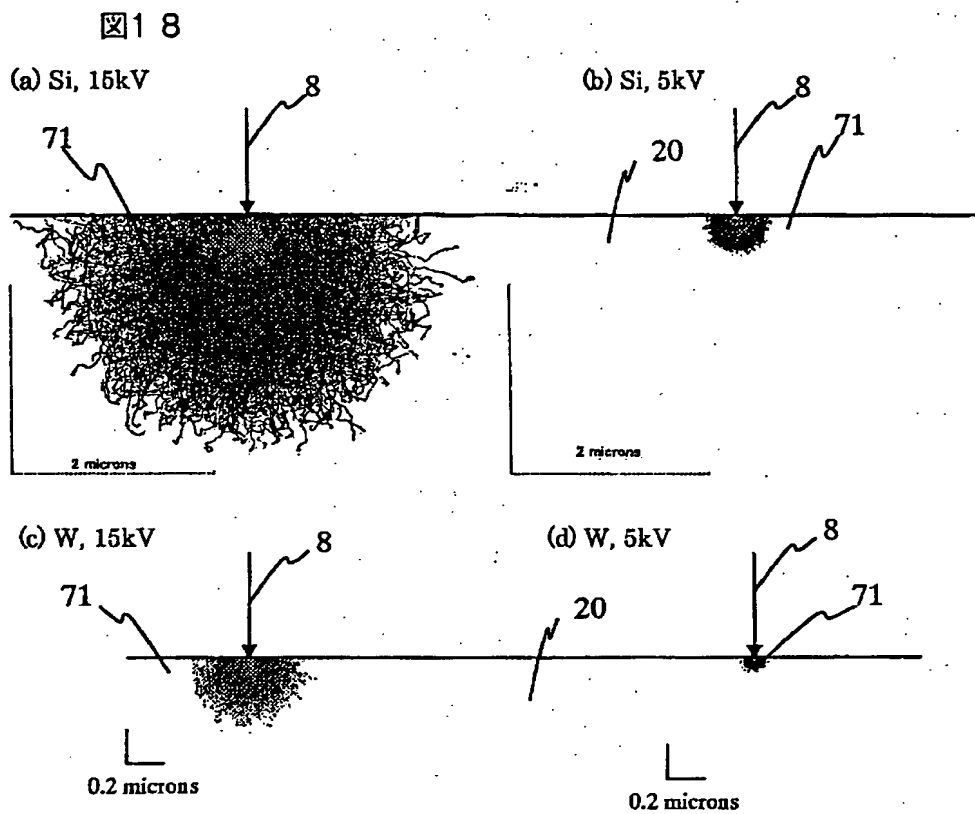


【図 1 7】

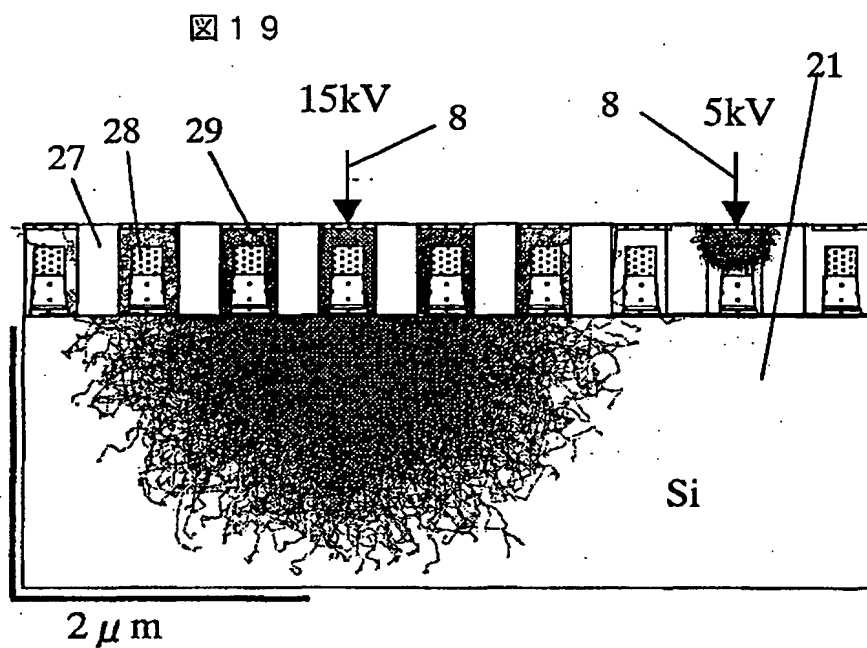
図 1 7



【図 1 8】

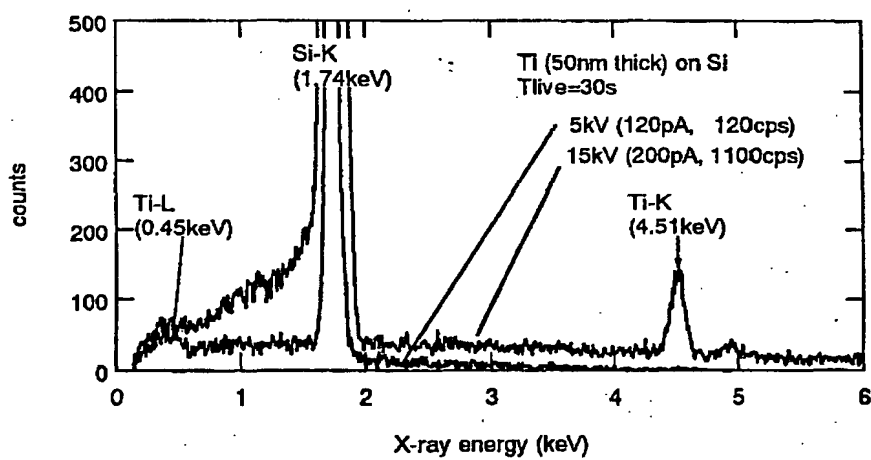


【図 19】

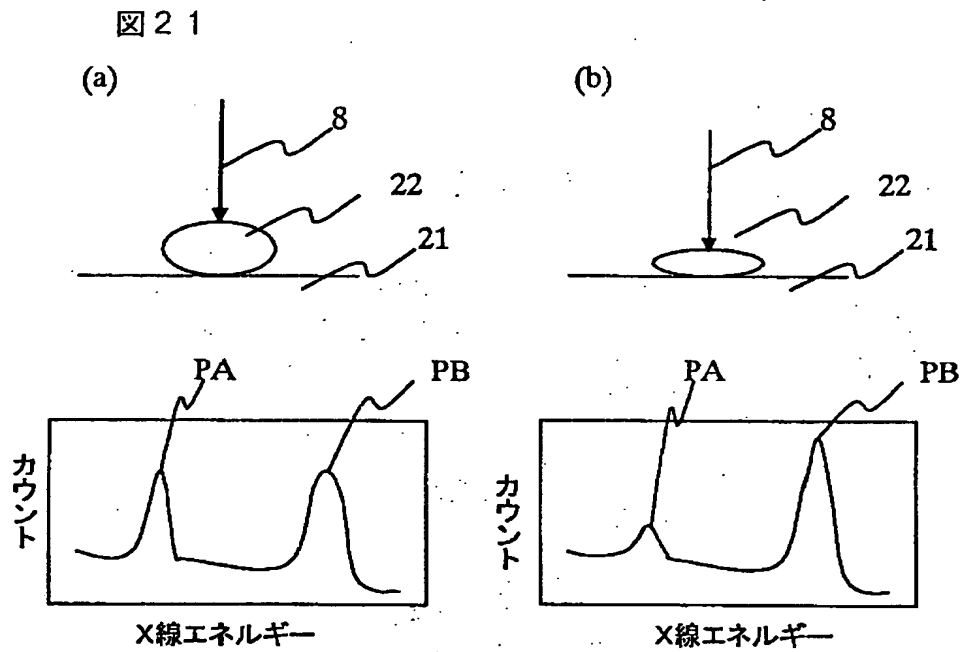


【図 20】

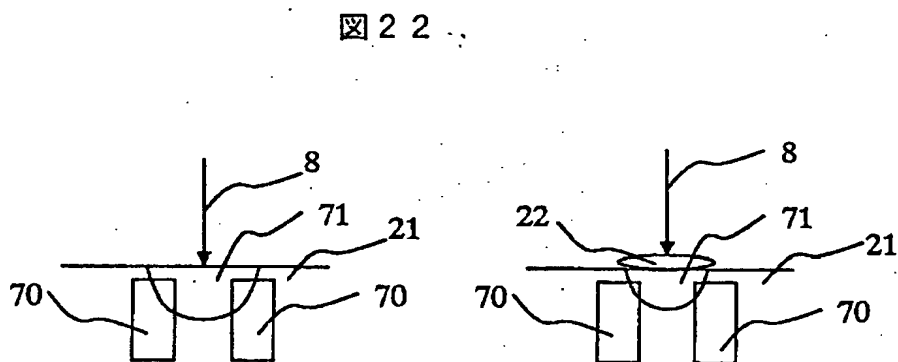
図 20



【図 2 1】



【図 2 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体素子等の製造歩留まり向上のために必要な異物元素検査である電子線を照射して試料から発生するX線による元素分析を、高精度、高分解能、高速に実施できる電子顕微鏡またはX線分析装置及び試料の分析方法を実現することを目的とする。

【解決手段】 電子線の加速電圧に応じてX線計数率が1000から2000cpsになるように自動的に電流を増減する手段と、X線スペクトルの分析のためにデータベースに格納した参照スペクトルと照合する際に複数のX線エネルギー範囲を設定し、各X線エネルギー範囲ごとに照合を実施する手段と、2個以上の異なる加速電圧の電子線で取得したX線スペクトルの比から観測される元素の分布を分析する手段を備える。

【選択図】 図6



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-319247
受付番号	50201654839
書類名	特許願
担当官	鈴木 夏生 6890
作成日	平成14年12月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年11月 1日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 0 1 3 8 7 8 3 9 ]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 1 0 月 3 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号
氏 名	株式会社日立ハイテクノロジーズ